

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) PUBLICATION OF UNEXAMINED (KOKAI) PATENT APPLICATION (A)

(11) Kokai (Unexamined Patent) Number: Hei 4-17380

(43) Date of Disclosure: January 22, 1992

|                                          |                 |                                        |
|------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------|
| (51) Int. Cl. <sup>5</sup>               | Identif. Symbol | Intra-Agency No.                       |
| H 01 S 3/097                             |                 | 7                                      |
|                                          |                 | 7630-4M H 01 S Z                       |
| Examination requested: not yet requested |                 | Number of claims: 2 (total of 4 pages) |

(53) Title of the Invention: Method Extending Laser Medium Gas Replacement Cycle In Gas Laser Oscillator

(21) Application Number: 2-120109

(22) Filing Date: May 11, 1990

(72) Inventor: Naoki Kubota  
c/o Technology Research Institute of Kawasaki Steel Corporation  
Chiba-ken, Chiba-shi, Kawasaki-cho, 1-banchi

(72) Inventor: Noboru Nakano  
c/o Technology Research Institute of Kawasaki Steel Corporation  
Chiba-ken, Chiba-shi, Kawasaki-cho, 1-banchi

(72) Inventor: Yoshihisa Miyazaki  
c/o Technology Research Institute of Kawasaki Steel Corporation  
Chiba-ken, Chiba-shi, Kawasaki-cho, 1-banchi

(71) Applicant: Kawasaki Steel Corporation  
Hyogo-ken, Kobe-shi, Chuo-ku, Kita Honcho Dori 1-chome, 1-banchi, 28-go

Specifications

1. Title of the Invention: Method Extending Laser Medium Gas Replacement Cycle In Gas Laser Oscillator
2. Scope of the Patent's Claims

A method extending the laser medium gas replacement cycle in a gas laser oscillator, characterized by the fact that in a gas laser oscillator equipped with a main laser chamber unit, laser oscillations are conducted during a state when the inner part of the chamber is filled with a

laser medium gas with a gas container which is filled with the laser medium gas separately from this main laser chamber unit;

enabling to circulate the laser medium gas between said laser chamber and said gas container with a method increasing the laser medium gas replacement cycle in the gas laser oscillator;

wherein the pressure inside said gas container is set higher than the pressure inside said main laser chamber unit.

2. The method extending the replacement cycle described in claim 1, wherein one part of the deteriorated laser medium gas is discharged from the inner part of the main laser chamber unit, and new laser medium is supplied for replenishment at the same time according to a method extending the laser medium gas replacement cycle in a gas laser oscillator.

### 3. Detailed Explanation of the Invention

#### (Sphere of Industrial Use)

This invention relates to a method for extending the laser gas replacement cycle in a gas laser oscillator.

#### (Prior Art Technology)

In recent years, gas laser oscillators have been generally used with a construction consisting of gas pipes filled with new laser medium gas of a gas laser apparatus wherein filling of laser medium gas is performed in a laser chamber, and of gas discharge pipes discharging deteriorated medium gas from the inner part of the laser chamber. In addition, the laser oscillations had to be stopped every time when the deteriorated laser medium gas was being replaced by new laser medium gas.

That is why gas laser oscillation devices have been proposed with a design that makes it possible to extend the laser medium gas replacement cycle.

[page 2]

One such example is a gas laser oscillator disclosed for instance in Japanese Unexamined (Kokai) Patent Application Number 1-268175. This apparatus is equipped with a main laser chamber unit which is provided with a separate gas container according to a construction wherein the laser medium gas is circulated through a pipe connecting this laser container to the main laser chamber unit.

#### (Problems To Be Solved By This Invention)

However, because the gas medium capacity of the gas laser oscillator disclosed in said Japanese patent 1-268175 can be increased only to an amount corresponding to the volumetric

capacity of the gas container, it cannot be said that this is a satisfactory improvement as the laser medium gas exchange cycle is thus extended only proportionally to the increase of the laser medium gas.

The purpose of this invention is to resolve the above mentioned problem by providing a method extending the replacement cycle of a laser medium gas in a gas laser oscillation apparatus in order to circulate laser medium gas between a laser chamber and a gas container, when oscillations of laser medium gas are conducted during the status while the inner part of the laser chamber is filled with a laser medium gas. The above mentioned objective is achieved by setting the pressure inside said gas container higher than the pressure in said main laser chamber unit.

In addition, because according to the above described method, one part of the deteriorated laser substance gas is discharged from the main laser chamber unit, while new laser substance gas is supplied again, this makes it possible to greatly extend the laser substance gas replacement cycle.

#### (Operation)

Because according to this invention, the pressure in a gas container which is deployed separately from the main laser chamber unit is set higher, this makes it possible to greatly increase the laser substance gas amount that can be stored in the gas container. The result is that this enables a great expansion of the laser medium gas replacement cycle.

Also, because replacement with a new gas which replaces a part of the deteriorated gas in the main laser chamber unit is conducted without an interruption in the oscillations, this not only makes it possible to compensate for adverse influence that can be exerted on laser oscillation by dust, or gas impurities, etc., generated during laser oscillations, but it is also enables to greatly expand the laser substance gas replacement cycle.

#### (Embodiment)

The following is a detailed explanation of an embodiment of this invention which is based on the reference provided in Figure 1.

Figure 1 is a construction diagram explaining a case compatible with an excimer laser device in which deterioration of the laser medium gas is much greater when compared to other laser oscillators, which means that the gas must be replaced frequently. This device will be explained as an apparatus provided with a pressure container which is separate from the main laser chamber, wherein the laser device is operated while the laser medium gas is circulated between the laser chamber and its pressure container.

Because according to the characteristics of this invention, the pressure inside the gas container is set higher than the pressure in the laser chamber, this creates a design enabling to reduce the rate of the gas deterioration and to greatly extend the laser medium gas replacement cycle because the gas can be stored in the container many times.

As shown in the figure, 1 is a laser chamber, 2 is a pressure chamber having about the same capacity as laser chamber 1, 3 is a gas refining device, 4 and 5 are vacuum pumps, 6 is a dust filter, 7 and 8 are halogen filters, 9 is a circulation pump used to circulate laser medium gas, and 10a and 10b are pressure gauges.

In addition, 11a ~ 11d are flow amount regulating valves, 12a ~ 12d are pressure regulating valves, 13a ~ 13d are stop valves, and 14 is a three-way valve.

Further, 15a and 15b are mixed gas pumps, 15c is a halogen gas pump, 16 is a laser output monitor, 17 is a compressor that is indispensable in accordance with this invention, 18 is a discharge gas processing device, 19 is a check valve, and 20 is an emission pipe.

[page 3]

Next, the operation of a laser oscillator having the above described construction will be explained. First, pressure regulating valve 12a and stop valve 16 are closed, flow amount regulating valve 11b and pressure regulating valve 12b stop valve 13a are opened, and vacuum pump 4 is used to create vacuum inside laser chamber 1 and pressure container 2. At this point, pressure regulating valves 12c, 12d, and stop valves 13c, 13d are left closed.

After the vacuum suction is completed, pressure regulating valve 12b and stop valve 13 b is closed, flow amount regulating valve 11a and three-way valve 14 is opened, and the inner part of pressure container 2 is filled with a laser medium gas. It is convenient when gas pumps 15a and 15b which are used for this purpose are filled ahead of time with a mixed laser medium gas. It goes without saying that respective pumps can be also used independently for filling with the gas. In this case, the gas pressure is set high so that a gas amount corresponding to several times the gas amount stored in laser chamber 1 will be stored in pressure chamber 2.

When pressure chamber 2 is filled with a large amount of laser medium gas with this design, pressure valve 12a, flow amount regulating valve 11a and three-way valve 14 are closed, stop valve 13b is opened, and while regulation is applied with pressure regulating valve 12b so as to achieve the pressure required for the laser oscillator, the main laser chamber unit 1 is filled with a specified amount of the laser medium gas via flow amount regulating valve 11b. The result of these filling operations is that the inner part of pressure container 2 will be filled with a gas amount corresponding to several times the gas amount contained inside laser chamber 1.

Next, the laser medium gas is circulated between laser chamber 1 and pressure container 2 by using for this purpose compressor 17 and circulating pump 9. Regulation is applied with pressure regulating valve 12b and flow amount regulating valve 11b in order to set at this point the laser medium gas pressure inside the main unit of laser chamber 1. It is convenient when this regulation is conducted as automatic regulation by using for this purpose pressure gauge 10a which is installed in laser chamber.

Once the gas circuit has been stabilized, laser oscillations are started and the output of the laser is measured at all times with laser output monitor 16 and the gas flow amount is adjusted as

required.

The result of these operations is that when the amount of the laser medium gas is increased inside laser chamber 1 only by the amount of the laser medium with which pressure container 2 is filled, this makes it possible to provide a stabilized output of the laser continuously and for a long time as the laser medium gas replacement cycle is extended several times.

Incidentally, because among the main causes of a decreased output of laser gas behind the above described decrease of laser medium gas is generation of impure gas and dust, and decreased halogen gas and generation of impure gas is the main cause of this in particular in case of excimer lasers, gas refining device 3 is now often used with a construction trapping impure gas at the temperature of liquid nitrogen. Halogen gas can be generally added again when the output of the laser gas has decreased.

However, since impure gas cannot be completely avoided in the present status in said gas refining device 3, the disadvantage here is that the stable characteristics of the laser output will be lost and an unstable discharge will be generated when the overall gas pressure inside laser chamber 1 is increased as halogen gas is being added.

Therefore, in order to resolve this problem in accordance with this invention, new laser medium gas is supplied only with an amount corresponding to direct exhaust of the portion of the laser medium gas containing deteriorated gas from laser chamber 1. Specifically, at the point when the above described laser oscillations are performed, vacuum pump 4 is used to pump one part of the circulated laser medium gas via pressure regulating valve 12c and via flow amount regulating valve 11c to discharge the gas into the atmosphere through discharge pipe 20 from exhaust gas processing device 18. This removes the gas from laser chamber 1 and pressure container 2 so that new laser medium gas can be supplied for replenishment via three-way valve 14, pressure regulating valve 12a and flow amount regulating valve 11a only with an amount corresponding to this discharged amount. Obviously, regulation is conducted at this point with each type of valve so as to maintain a specific pressure with respect to the pressure inside laser chamber 1 and inside pressure chamber 2. Consequently, because in accordance with this invention, not only is the overall gas pressure inside laser chamber 1 constant, but also one part of the laser substance gas is replaced during the operations of the laser apparatus, the resulting effect is that the generated impurity gas can be replaced very efficiently.

Since according to this invention, laser medium gas will be gradually consumed, 2 mixed gas pumps are provided as shown in Figure 1 so that when 1 of them is used up, the operations can be switched to the other pump with three-way valve 14.

[page 4]

Stop valves 13c, 13d and mixed gas pump 5 are used to remove air which entered into the gas line during mixed gas pump replacement up to three-way valve 14.

In addition, since the halogen gas amount is decreased gradually and only by an amount corresponding to the portion of exchanged gas as explained above, this makes it possible to

extend the laser medium gas replacement cycle even more through additional supplying of halogen via pressure regulating valve 12d and flow amount regulating valve 11d so that halogen gas can be supplied as required with halogen pump 15c. This is particularly effective if the life span of the gas is very short, for example during operations when a new equipment is set up, etc.

(Effect of the Invention)

As was explained above, since this invention makes it possible to extend the laser medium gas replacement cycle, the resulting effect is that a stabilized laser output can thus be obtained for a continuous, long period of time.

4. Brief Explanation of Figures

Figure 1 is a construction diagram explaining an embodiment of the gas laser oscillator according to the method of this invention.

- 1 ... laser chamber,
- 2 ... pressure chamber,
- 3 ... gas refining device,
- 4 ... vacuum pump,
- 5 ... vacuum pump,
- 6 ... gas filter,
- 7 ... halogen filter,
- 8 ... halogen filter,
- 9 ... circulation pump,
- 10a, 10b ... pressure gauges,
- 11a ~ 11 d ... flow amount regulating valves,
- 12a ~ 12d ... pressure regulating valves,
- 13a ~ 13d ... stop valves,
- 14 ... three-way valve,
- 15a, 15d ... mixed gas pumps,
- 15c ... halogen gas pump,
- 16 ... laser output monitor,
- 17 ... compressor,
- 18 ... exhaust gas processing device,
- 19 ... check valve,
- 20 ... discharge pipe.

Patent Applicant: Kawasaki Steel Corporation

Figure 1

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平4-17380

⑪ Int. Cl.<sup>5</sup>  
H 01 S 3/097

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月22日

7630-4M H 01 S 3/097

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑭ 発明の名称 ガスレーザ発振装置におけるレーザ媒質ガスの交換周期増大法

⑮ 特 願 平2-120109

⑯ 出 願 平2(1990)5月11日

⑰ 発明者 久保田 尚樹 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑰ 発明者 中野 昇 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑰ 発明者 宮崎 善久 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

⑰ 出願人 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

## 明細書

## 1. 発明の名称

ガスレーザ発振装置におけるレーザ媒質ガスの  
交換周期増大法

## 2. 特許請求の範囲

1. レーザ媒質ガスが内部に充填された状態で  
レーザ発振が行われるレーザチャンバ本体を  
備え、このレーザチャンバ本体とは別にレー  
ザ媒質ガスが充填されたガス容器を設けると  
ともに、前記レーザチャンバとガス容器との  
間でレーザ媒質ガスを循環させるようにした  
ガスレーザ発振装置におけるレーザ媒質ガス  
の交換周期増大法において、前記ガス容器内  
の圧力を前記レーザチャンバ本体の圧力より  
も高くすることを特徴とするガスレーザ発振  
装置におけるレーザ媒質ガス交換周期の増大  
法。

2. 請求項1記載の交換周期増大法において、  
レーザチャンバ本体内から劣化したレーザ媒

質ガスの一部を排出しつつ新しいレーザ媒質  
ガスを補給することを特徴とするガスレーザ  
発振装置におけるレーザ媒質ガスの交換周期  
増大法。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

この発明はガスレーザ発振装置におけるレーザ  
媒質ガスの交換周期増大法に関する。

## &lt;従来の技術&gt;

従来、ガスレーザの発振はレーザ媒質ガスを充  
填したレーザチャンバ内で行われるため、ガスレ  
ーザ発振装置のガス配管は新しいレーザ媒質ガス  
を充填するガス配管と劣化したレーザ媒質ガスを  
レーザチャンバ内から排出するガス配管とから構  
成されるのが一般的である。そして、劣化したレ  
ーザ媒質ガスを新しいレーザ媒質ガスと交換する  
ときはその都度レーザ発振を停止しなければなら  
ないのである。

そのため、レーザ媒質ガスの交換周期を少しで  
も長く延長することができるよう工夫されたガ

スレーザ発振装置が提案されている。その一例として、例えば特開平1-268175号公報に開示されたガスレーザ発振装置があるが、この装置はレーザーチェンバ本体とは別にガス容器を備え、このガス容器とレーザーチェンバ本体との両者間を接続した配管を介してレーザ媒質ガスを循環させるように構成したものである。

#### <発明が解決しようとする課題>

しかしながら、上記した特開平1-268175号公報のガスレーザ発振装置の場合のガス媒質ガスの容量はガス容器の容積に相当する量しか増加しないので、レーザ媒質ガスの交換周期もそのレーザ媒質ガスの増加に見合うだけしか増大しないから、充分な改善とはいえない。

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、ガス容器の容積を大きくすることなくガス容器の貯蔵ガス量を大幅に増加させることによりレーザ媒質ガスの交換周期を大幅に増大させることができるガスレーザ発振装置におけるレーザ媒質ガスの交換周期増大法を提供する

の圧力より高くするようにしたので、ガス容器内に貯蔵できるレーザ媒質ガス量を大幅に増加させることができ、その結果レーザ媒質ガスの交換周期を大幅に増大させることができる。

また、発振を止めることなくレーザーチェンバ本体内の劣化ガスの一部を新しいガスと交換するようにしたので、レーザ発振中に発生した不純なガスやダストによりレーザ発振に及ぼす悪い影響を緩和することができ、さらにレーザ媒質ガスの交換周期を増大することができる。

#### <実施例>

以下に、この発明の実施例について、第1図を参照して詳しく説明する。

第1図は、レーザ媒質ガスの劣化がその他のガスレーザ発振装置に比べて大変早く、したがってガス交換を頻繁に行わなければならないエキシマレーザ装置に適用した場合について示した構成図である。ここでは主にレーザーチェンバの他に別の圧力容器を用意し、レーザーチェンバとこの圧力容器の間でレーザ媒質ガスを循環しながらレーザ装

ことを目的とする。

#### <課題を解決するための手段>

この発明は、レーザ媒質ガスが内部に充填された状態でレーザ発振が行われるレーザーチェンバ本体を備え、このレーザーチェンバ本体とは別にレーザ媒質ガスが充填されたガス容器を設けるとともに、前記レーザーチェンバとガス容器との間にレーザ媒質ガスを循環させるようにしたガスレーザ発振装置におけるレーザ媒質ガスの交換周期増大法において、前記ガス容器内の圧力を前記レーザーチェンバ本体の圧力よりも高くすることにより、上記した目的を達成しようとするものである。

なお、上記方法にさらにレーザーチェンバ本体から劣化したレーザ媒質ガスの一部を排出しつつ新しいレーザ媒質ガスを補給するようにすれば、レーザ媒質ガスの交換周期を一層増大させることができる。

#### <作用>

この発明によれば、レーザーチェンバ本体とは別に設けたガス容器の圧力をレーザーチェンバ本体内

に逆転する場合について説明する。

この発明の特徴は、ガス容器内の圧力をレーザーチェンバ内の圧力よりも高くすることによってガス容器内にその容器の何倍ものガスを蓄えることにより、ガスの劣化度合いを低減させてレーザ媒質ガスの交換周期の増大を図ることにある。

図において、1はレーザーチェンバ、2はレーザーチェンバ1とほぼ同容積とされる圧力容器、3はガス精製装置、4、5は真空ポンプ、6はグストフィルタ、7および8はハロゲンフィルタ、9はレーザ媒質ガスを循環させるための循環ポンプ、10a、10bは圧力計である。

また、11a～11dは流量調整バルブ、12a～12dは圧力調整バルブ、13a～13dはストップバルブ、14は三方バルブである。

さらに、15a、15bは混合ガスポンベ、15cはハロゲンガスポンベ、16はレーザ出力モニタ、17は本発明に不可欠のコンプレッサ、18は排ガス処理装置、19は逆止バルブ、20は放出管である。

つぎに、このように構成されたガスレーザ発振

装置を運転する場合の動作について説明する。まず、最初に圧力調整バルブ12a、ストップバルブ13bを開じ、流量調整バルブ11b、圧力調整バルブ12bおよびストップバルブ13aを開けて、レーザーチェンバー1と圧力容器2内を真空ポンプ4を用いて真空引きする。このとき、圧力調整バルブ12c、12d、ストップバルブ13c、13dは閉にしておく。

真空引きが完了したら、圧力調整バルブ12b、ストップバルブ13bを開じ、圧力調整バルブ12aと流量調整バルブ11aおよび三方バルブ14を開き、圧力容器2内にレーザ媒質ガスを充填する。このとき用いるガスポンベ15a、15bはあらかじめ混合されたレーザ媒質ガスが充填されたものを使うと便利である。もちろん各々独立したガスが充填されているポンベを用いてもよい。この場合、圧力容器2内にはレーザーチェンバー1に貯蔵するガス量の数倍のガス量を貯蔵するため、ガス圧を高く設定しておく。

このようにして、圧力容器2に大量のレーザ媒

質ガスが充填できたら、圧力調整バルブ12aと流量調整バルブ11aおよび三方バルブ14を閉じ、ストップバルブ13bを開け、圧力調整バルブ12bによってレーザ発振に必要な圧力となるように調整しながら流量調整バルブ11bを介してレーザーチェンバー1本体にレーザ媒質ガスを所定量充填する。この結果、レーザーチェンバー1内のガス量に対する圧力容器2内のガス量は数倍になっている。

つぎに、コンプレッサ17と循環ポンプ9を用いてレーザーチェンバー1と圧力容器2の間でレーザ媒質ガスを循環させる。このときレーザーチェンバー1本体内のレーザ媒質ガス圧力が一定となるよう圧力調整バルブ12b、流量調整バルブ11bで調整する。この調整はレーザーチェンバー1に装着している圧力計10aを用いて自動調整するようにすると便利である。

ガス循環が安定化したらレーザ発振を開始し、レーザ出力をレーザ出力モニタ16によって常時測定して、必要に応じてガス流量は調整する。この結果、圧力容器2に充填したレーザ媒質ガ

ス量の分だけレーザーチェンバー1内のレーザ媒質ガス量が増したことになり、レーザ媒質ガスの交換周期が数倍延びるため長期間連続して安定したレーザ出力を得ることができる。

ところで、ガスレーザの出力が低下する原因は、前述したようにレーザ媒質ガスの減少、不純なガスおよびダストの発生が主であり、特にエキシマレーザにおいてはハロゲンガスの減少と不純なガスの発生が主な原因であるため、液体窒素温度で不純なガスをトラップする構造のガス精製装置3がしばしば用いられ、ハロゲンガスはレーザ出力が減少してきたら新たに加えるのが一般的である。

しかし不純なガスは前記のガス精製器3で充分除けないのが現状であり、ハロゲンガスを加えていくとレーザーチェンバー1内の全ガス圧が上昇し放電が不安定になりレーザ出力の安定性が損なわれる欠点がある。

そこで、このような問題に対して本発明は、レーザーチェンバー1内から劣化ガスを含むレーザ媒質ガスの一部を直接排気するとともにこれに見合う

だけの新しいレーザ媒質ガスを補充するようにしている。すなわち、前記のようにレーザ発振を行っているときに、循環しているレーザ媒質ガスの一部を圧力調整バルブ12c、流量調整バルブ11cを介し真空ポンプ4を用いてレーザーチェンバー1および圧力容器2から除き排ガス処理装置18から放出管20を介して大気中に放出し、それに見合うだけの新しいレーザ媒質ガスを三方バルブ14、圧力調整バルブ12aおよび流量調整バルブ11aを介して補充するのである。このときレーザーチェンバー1内および圧力容器2内の圧力をそれぞれ所定の圧力に保つように各種バルブを調整することは言うまでもない。従って本発明のように、レーザーチェンバー1内の全ガス圧は一定でしかも一部のレーザ媒質ガスをレーザ装置を運転しながら交換することは、発生した不純なガスを取り除くという意味で非常に効果がある。

このように本発明では、レーザ媒質ガスは徐々に消費されるので、第1図に示すように混合ガスポンベを2本用意し、1本消費したら三方バルブ

14によってもう一方のポンベに切り換える運転するようになっている。ストップバルブ13c, 13dと真空ポンプ5は混合ガスポンベ交換時に三方バルブ14までのガスラインに入った空気を取り除く時に用いる。

また前述のように一部ガス交換を行っても徐々にハロゲンガスだけは減少するので、ハロゲンガスポンベ15cを用意し必要に応じて流量調整バルブ11d, 圧力調整バルブ12dを介して追加充填すると、より一層レーザ媒質ガスの交換周期を増大することができる。これはガス寿命が非常に短い場合、例えば新しい装置の立ち上げ運転時などには特に有効である。

## &lt;発明の効果&gt;

以上説明したように、この発明によればレーザ媒質ガスの交換周期を延長することができるので、長期間連続して安定したレーザ出力が得られる効果を奏する。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明方法に係るガスレーザ発振装置

の実施例を示す構成図である。

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| 1 … レーザチャンバ,         | 2 … 圧力容器,    |
| 3 … ガス精製装置,          | 4 … 真空ポンプ,   |
| 5 … 真空ポンプ,           | 6 … ダストフィルタ, |
| 7 … ハロゲンフィルタ,        |              |
| 8 … ハロゲンフィルタ,        | 9 … 循環ポンプ,   |
| 10a, 10b … 圧力計,      |              |
| 11a ~ 11d … 流量調整バルブ, |              |
| 12a ~ 12d … 圧力調整バルブ, |              |
| 13a ~ 13d … ストップバルブ, |              |
| 14 … 三方バルブ,          |              |
| 15a, 15d … 混合ガスポンベ,  |              |
| 15c … ハロゲンガスポンベ,     |              |
| 16 … レーザ出力モニタ,       | 17 … コンプレッサ, |
| 18 … 排ガス処理装置,        | 19 … 逆止バルブ,  |
| 20 … 放出管。            |              |

特許出願人 川崎製鉄株式会社

第1図

